

Cap.02 Basi di Networking

ithum

Marco Ciampi
m.ciampi@ithum.it



Cap.02 - Basi di Networking

Ithum Learning License

Questo documento e tutto il materiale prodotto da Ithum S.r.l. e dai suoi collaboratori in qualità di autori originari costituisce una “opera” intellettuale protetta dal diritto d’autore e/o dalle altre leggi applicabili.

Tale opera (si veda anche l’appendice *Materiale allegato*) è messa a disposizione sulla base dei termini della presente *Ithum Learning License* ovvero della *Licenza concessa da Ithum Srl per l’utilizzo del materiale prodotto*.

È proibita ogni utilizzazione dell’opera che non sia autorizzata ai sensi della presente licenza o del diritto d’autore.

Ithum Srl e gli autori originari, in qualità di licenzianti, concedono l’utilizzo dell’opera con i diritti e doveri di seguito elencati.

Con il semplice esercizio sull’opera di uno qualunque dei diritti di seguito elencati, si accetta e ci si impegna a rispettare integralmente ed a far rispettare a terzi i termini e le condizioni della presente licenza.

L’opera può essere riutilizzata così come è oppure riadattata alle proprie esigenze come specificato da quanto segue.

Ithum S.r.l. e gli autori originari concedono:

- L’utilizzo dell’opera per fini educativi ed informativi personali;
- La riproduzione, distribuzione, comunicazione e/o esposizione in pubblico, rappresentazione, esecuzione o recitazione dell’opera;
- La creazione di opere derivate;

Alle seguenti imprescindibili condizioni:

1. Si deve sempre e comunque riconoscere il contributo di Ithum S.r.l. e dell’autore originario, dandone evidenza scritta e documentata;
2. In occasione di ogni atto di utilizzo o distribuzione si deve sempre chiarire e far accettare agli altri i termini della licenza di questa opera;
3. In caso di utilizzo ai fini commerciali si deve sempre preventivamente contattare Ithum S.r.l. e l’autore originario per negoziarne coinvolgimento e compensi;
4. Se si ottiene il permesso documentato dal titolare del diritto d’autore (Ithum S.r.l. e l’autore originario) è possibile rinunciare ad ognuna di queste condizioni.

Le utilizzazioni libere e gli altri diritti non sono in nessun modo limitati da quanto sopra.

Per qualsiasi informazione è possibile scrivere a formazione@ithum.it.



Contenuti

- **Terminologia**

- Reti di dati
- Storia di internet
- Dispositivi di rete
- Topologie di rete
- Protocolli di rete
- LAN
- WAN
- MAN
- SAN
- VPN
- Benefici delle VPN
- Intranet e Extranet

- **Bandwidth**

- Importanza del Bandwidth
- Analogie
- Misurazioni
- Limiti
- Throughput
- Calcolo del Data Transfer
- Digitale e Analogico

- **Modelli di rete**

- Strati per analizzare problemi
- Strati per descrivere la comunicazione dei dati
- Modello OSI
- Strati OSI
- Comunicazioni Peer-to-Peer
- Modello TCP/IP
- Processo di incapsulamento



Obiettivi

- Concetti misura e dimensionamento della **Banda**
- Differenza tra banda e **Portata**
- Calcolo del **Transfer Rate**
- Vantaggi di un **modello a strati**
- Strati del **modello OSI**
- Strati del **modello TCP/IP**
- Differenze e similitudini tra modelli a strati
- Apparecchi di rete e loro collocazione negli strati
- Concetti su **LAN, WAN, VPN**



Terminologia

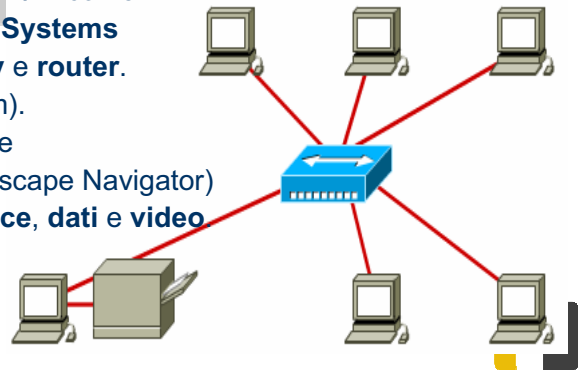
Reti di dati

Tecnologie di interconnessione tra sistemi

- Nascono dall'esigenza di rendere **ubiqua** una richiesta di una determinata risorsa
- Sviluppo inizialmente **caotico**
- Necessità della standardizzazione (LAN,WAN..)

Storia:

- Anni 50 : avvento dei **circuiti integrati**
- Anni 60 : entrano in gioco i primi **mainframe**
- Anni 80 : i primi PC e viene riconosciuto il **TCP/IP** come modello universale di comunicazione. **Cisco Systems** cominciò a commercializzare i primi **gateway** e **router**. Introduzione del **DNS** (Domain Name System).
- Anni 90 : introduzione del **World Wide Web** e commercializzazione dei primi **Browser** (Netscape Navigator)
- Anni 2000 : Convergenza di servizi di tipo **voce, dati e video**
- Storia di Internet



Terminologia

Tipi di Reti

- **Local-Area Network (LAN):**
 - Rete limitata ad un'area specifica
 - Tutti i PC condividono un unico canale trasmissivo
 - Poco estesa come distanza (casa, ufficio, università)
- **Wide-Area Network (WAN):**
 - Rete che collega grandi distanze (anche intercontinentali)
 - Tempi di propagazione più lunghi (velocità minori)
 - Più costose delle LAN
 - Vengono stese da compagnie che lavorano su proprietà pubbliche o da enti statali
 - Collegano tra loro sia singoli PC che intere LAN
- **Metropolitan-Area Network (MAN):**
 - Più LAN nella stessa regione geografica
- **Storage-Area Network (SAN)**



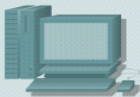

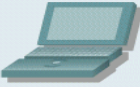
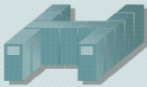
Distance Between CPUs	Location of CPUs	Name
0.1 m	Printed circuit board	Motherboard Personal Area Network (PAN)
1.0 m	Personal data asst.	
10 m	Millimeter Mainframe	Computer Systems Network
100 m	Room	Local Area Network (LAN) Your classroom
1000 m = 1 km	Building	Local Area Network (LAN) Your school
100,000 m = 100 km	Campus	Local Area Network (LAN) Stanford University
1,000,000 m = 1,000 km	Country	Wide Area Network (WAN) Cisco Systems, Inc.
10,000,000 m = 10,000 km	Continent	Wide Area Network (WAN) Africa
100,000,000 m = 100,000 km	Planet	Wide Area Network (WAN) The Internet
100,000,000 m = 100,000 km	Earth-moon system	Wide Area Network (WAN) Earth and artificial satellites

Terminologia

Dispositivi di rete utente

Dispositivi utente (*End-user device*):

- Utilizzati dagli utenti
- Forniscono servizi direttamente all'utente finale

PC 	Printer 
MAC 	File Server 
Laptop 	IBM Mainframe 





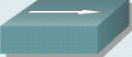





Terminologia

Dispositivi di rete

Dispositivi di rete (*Network device*):





- Connettono tra loro altri dispositivi e utenti finali
- Permettono la connessione e la comunicazione tra dispositivi di tipo End-user

Repeater 	Bridge 
10BASE-T Hub 	Workgroup Switch 
100BASE-T Hub 	Router 
Hub 	Network Cloud 



Terminologia

Periferiche di rete

- **Repeater**: rigenera elettricamente il segnale che si è attenuato per la perdita di potenza. Permette l'estensione dei segmenti di reti su grandi distanze. Non prevede alcun meccanismo decisionale sui dati
- **Hub**: funziona da concentratore di host in un singolo nodo (rete a stella). I dati entrano in una "porta", vengono replicati ed instradati verso tutte le altre porte (tranne quella di provenienza). E' usato come centro-stella 
- **Bridge**: connette 2 segmenti di rete, replicando ed instradando intelligentemente i frame secondo le indicazioni di una Tabella di instradamento. Unisce alla capacità di convertire dati nel formato opportuno quella di filtrarli sui vari segmenti di rete collegati. Primo esempio di efficienza 
- **Switch**: Bridge multiporta, in grado di connettere più segmenti di rete (gestione più efficiente dei dati) con conseguente incremento delle performance di rete (velocità e bandwidth). Non è prevista alcuna conversione sui dati. 
- **Router**: sofisticata periferica di rete, più lenta di Bridge e Switch, ma in grado di prendere decisioni critiche su come instradare i pacchetti ricevuti verso base a Tabelle di instradamento. Racchiudono un po' tutte le funzionalità sopra riportate (concentratori, ripetitori, convertitori di dati, gestori di traffico). Estendono segmenti di reti locali su aree più estese (WAN) 



Terminologia

Hub

- Connette le periferiche ed estende le connessioni di rete
- Concentra i collegamenti in un singolo nodo (centro-stella)
- È utilizzato per le topologie a stella
- I dati che entrano in una "porta", vengono replicati elettronicamente ed instradati verso tutte le altre porte (tranne quella di provenienza)
- È utilizzato nelle Reti Ethernet 10 Base-T e 100 Base-T
- Nessun meccanismo decisionale sui dati: i dispositivi connessi all'hub ricevono tutto il traffico che vi viaggia attraverso senza implementare alcuna **logica intelligente**
 - **Passivo**: svolge solo funzioni da concentratore di connessione fisiche; non rigenera il segnale e non necessita di alimentazione
 - **Attivo**: svolge anche funzioni da repeater (rigenera il segnale); necessita di alimentazione
 - **Intelligente** (smart hub): hub attivo dotato di microprocessore e capacità diagnostiche
 - La **collisione** su una risorsa avviene quando due o più host accedono al mezzo nello stesso istante di tempo; i dati vengono persi
 - Quanti più dispositivi sono attaccati all'hub tanto più aumenteranno le **collisioni**
 - Ogni dispositivo connesso ad un segmento di rete si dice appartenente allo stesso **dominio di collisione**



Terminologia

Bridge

- Connette 2 segmenti di rete, replicando ed instradando intelligentemente i frame secondo le indicazioni di una "Tabella di instradamento"
- Implementa una logica intelligente sul passaggio di un segnale di dati da un segmento all'altro (lo blocca oppure lo inoltra)
 - Se il dispositivo di destinazione si trova sullo stesso segmento del frame il bridge blocca l'inoltro del dato su quello successivo. Questo procedimento viene definito **frame filtering**
 - Se il dispositivo di destinazione si trova su un segmento diverso il bridge esegue l'inoltro del frame (**frame forward**) verso il segmento appropriato
 - Se il dispositivo di destinazione è sconosciuto al bridge, viene effettuato un broadcast del frame verso tutti i segmenti eccetto quello di provenienza (**frame flooding**)
- Unisce alla capacità di convertire dati nel formato opportuno, quella di filtrarli sui vari segmenti di rete collegati
- Nasce dalla necessità di ridurre le LAN in segmenti **più piccoli**, più facilmente gestibili e performanti
- Può migliorare di molto le performance di una rete, riducendo il numero di collisioni e rendendo più **estendibile** geograficamente la LAN stessa

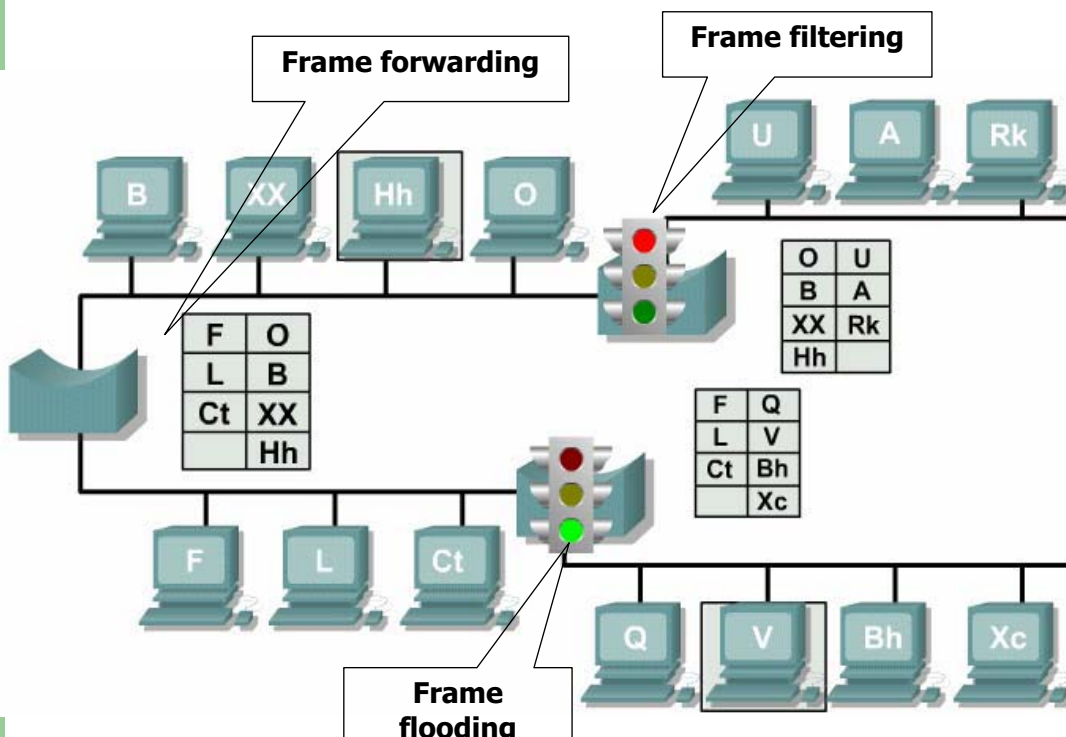
I dispositivi utilizzati per connettere insieme segmenti di rete sono **bridge**, **switch**, **router** e **gateway**

- **Switch** e **Bridge** operano a **livello 2** del modello ISO/OSI



Terminologia

Bridge



Terminologia

Switch

- Bridge multiporta (**multiport bridge**) in grado di connettere più segmenti di rete (gestione più efficiente dei dati)
- Riduce le congestioni di traffico, aumentando le prestazioni di rete in termini di **velocità e banda**
- Non prevede alcuna conversione sui dati
- Per determinare la destinazione dei dati utilizza delle **Forwarding table**
- Può sostituire l'**hub**, a parità di infrastruttura preesistente, migliorando anche la sicurezza
- Esegue due operazioni base:
 - **Switching data frame**: processo di inoltro dell'unità dati
 - **Maintenance of switching operation**: processo di mantenimento e costruzione di opportune tabelle di switching; eliminazione di eventuali loop che potrebbero generare "Broadcast storm"
- Opera a velocità maggiori dei bridge e supporta funzionalità come **VLAN (Virtual LAN)**
- Uno switch Ethernet permette ad ogni utente di comunicare in parallelo attraverso l'utilizzo di **circuiti virtuali** e **segmenti di rete dedicati** in un ambiente virtualmente **collision-free** (massimizza la banda sul segmento condiviso)
- Muoversi all'interno di un ambiente **switched LAN** risulta **semplice ed economico**



Ethernet Switch



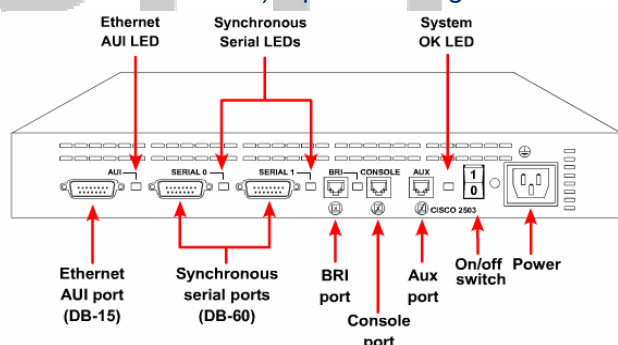
Terminologia

Router

- Periferica di rete sofisticata, più lenta di Bridge e Switch, ma in grado di prendere decisioni critiche su come instradare i pacchetti ricevuti, in base a Tabelle di instradamento, verso altre reti
- Racchiude un po' tutte le funzionalità da concentratore, ripetitore, convertitore di dati, gestore di traffico)
- Estende segmenti di reti locali su aree più estese (WAN)
- Inoltra i pacchetti dalla sorgente alla destinazione all'interno delle LAN
- Fornisce connettività WAN
- All'interno delle LAN, i router consentono di contenere i domini broadcast, forniscono servizi di risoluzione degli indirizzi locali (tramite ARP e RARP) e possono segmentare la rete utilizzando il subnetting
- È connesso sia alle LAN sia alla WAN



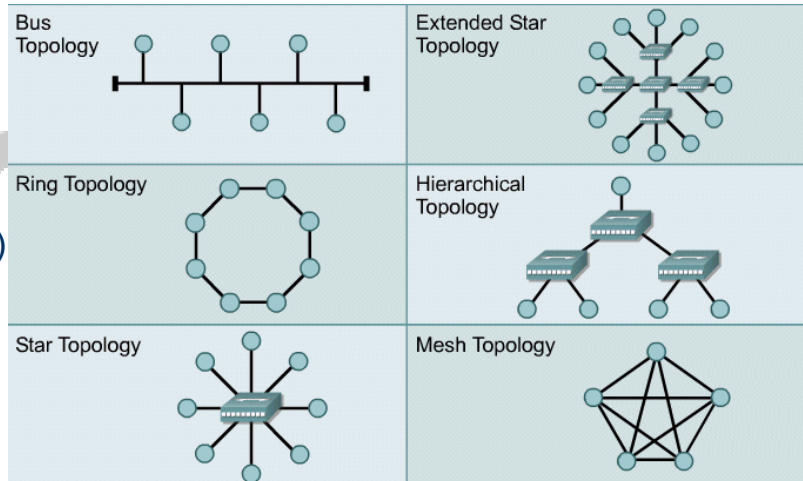
Router



Terminologia

Topologia di rete

- Linear Bus
- Ring
- Dual-Ring
- Star
- Extended Star
- Tree
- Irregular
- Complete (Mesh)
- Cellular



Terminologia

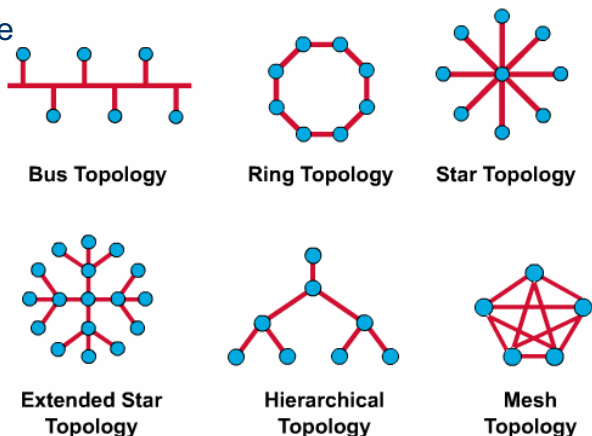
Topologie di rete

- **Fisica:** definisce la struttura della rete ovvero la disposizione fisica (**layout**) di elementi e cavi (o in generale del mezzo trasmissivo); corrisponde al *cablaggio fisico*

Si può disegnare schematicamente utilizzando dei simboli per ogni dispositivo

Le più importanti forme sono:

- Bus
- Anello (Ring)
- Stella (Star)
- Maglia (Mesh)
- Cellulare



- **Logica:** rappresenta la *modalità di accesso alla risorsa condivisa* ovvero *come gli host comunicano attraverso il mezzo trasmissivo*. In genere differisce da quella fisica.



Terminologia

Topologie logiche

- **Esempi di Topologie Broadcast:**
 - Ogni host invia i suoi dati a tutti gli altri host connessi alla rete cui appartiene
 - L'accesso al mezzo è *casuale*: nell'utilizzo della rete non esiste un ordine da rispettare (non che non esistono regole)
 - FIFO: viene servito il primo a richiedere l'uso. Esempio: **Ethernet**
- **Esempi di Token passing:**
 - L'accesso alla rete è controllato da un *Token* (chiave di accesso al mezzo), che viaggia da host a host
 - Solo l'host in possesso del token può trasmettere
 - Ogni nodo, a turno, riceve e passa il token all'host successivo, aggiungendo o ricevendo dati
 - Esempi: **Token Ring** e **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface)

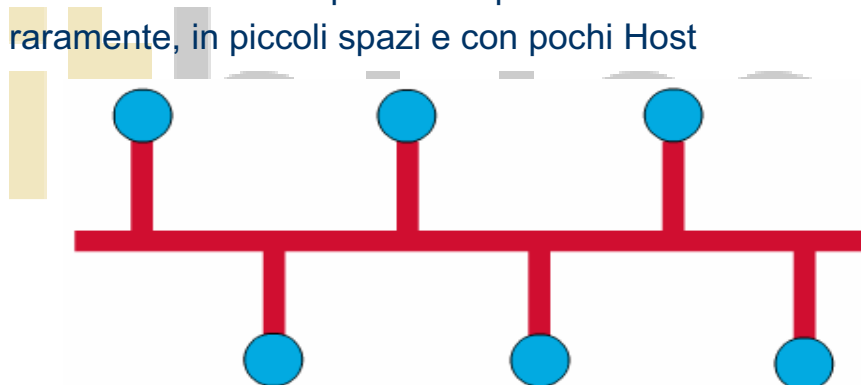
NB: Non può esistere una connessione logica a stella



Terminologia

Topologie di rete: a Bus Lineare

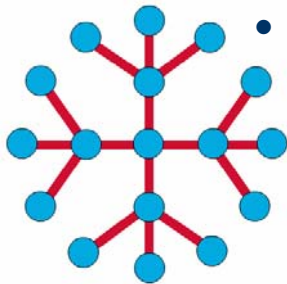
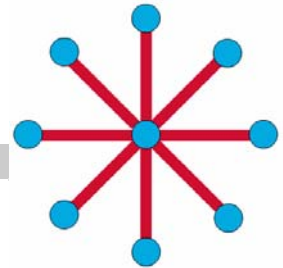
- Uno stesso singolo cavo (dorsale), opportunamente terminato agli estremi, collega tutti gli host
- Una rottura nel cavo disconnette gli host tra di loro
- Consente l'invio di un solo pacchetto per volta
- Usato raramente, in piccoli spazi e con pochi Host



Terminologia

Topologie di rete: a Stella ed Estesa

- **Star:** tutti gli host sono connessi ad 1 punto centrale (Hub o Switch)
Un *single Point of Failure*: in caso di mal funzionamento si interviene sul singolo terminale (cavo), ma se “cede” il nodo centrale, tutta la rete “cede”
È la connessione più utilizzata, anche se più cara di quella a Bus, perché servono più cavi di connessione



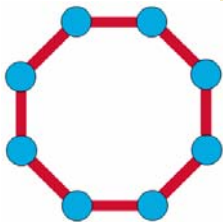
- **Extended Star:** Insieme di Reti a Stella collegate tra loro tramite Hub e/o Switch
Estende le dimensioni e la copertura di rete fili più corti che nella topologia a stella
Limita il numero di device che necessitano di interconnettersi al nodo centrale
Riduce notevolmente il traffico di pacchetti



Terminologia

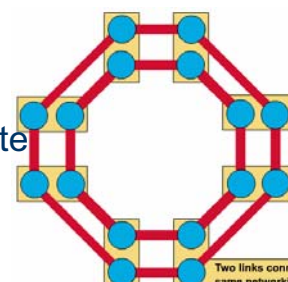
Topologie di rete: ad Anello

- Tutti gli host sono connessi ad anello chiuso, uno dopo l'altro consecutivamente; l'ultimo è connesso al primo, senza bisogno di alcuna terminazione
- I dati viaggiano lungo l'anello, attraversando tutti i nodi fino a destinazione senza collisioni (ogni nodo può aggiungere traffico per un particolare destinazione)



Single Ring: con flusso unidirezionale.
Esempio: Daisy Chain (ghirlanda di margherite) o Token Ring

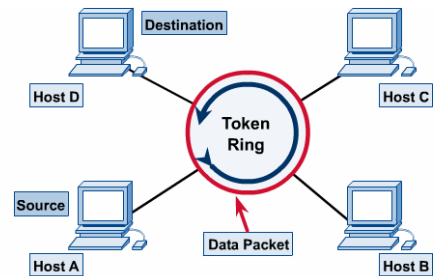
Dual Ring: flusso bidirezionale ridondante sul secondo anello, non contemporaneo.
Fornisce affidabilità e flessibilità
Esempio: FiberDistributedDataInterface



Terminologia

Architetture di Rete: Token Ring

- Sviluppata da IBM e standardizzata IEEE 802.5, si basa sul passaggio di un flag (**token-passing**) per il controllo d'accesso
- La topologia logica è ad **anello**, quella fisica si presenta a **stella**
- Il PC è connesso ad un hub centrale detto **MSAU** (Multistation Access Unit), al cui interno i collegamenti formano **percorsi logici ad anello**
- Il transfer rate può essere 4 Mbps o 16 Mbps
- Il segnale viaggia in circolo (in entrambi i sensi, ma **non contemporaneamente**) attraverso ciascuna scheda di rete, che lo rigenera prima di spedirlo al nodo vicino
- In una rete Ethernet, tutti i PC sono fisicamente uguali, a livello sw alcuni possono funzionare da server, ma comunque tutti comunicano a livello fisico alla stessa maniera; in un rete Token Ring il primo PC online diventa il **"monitor"** e controlla che ciascun frame percorra il cerchio con un token per volta, mandando periodicamente segnali (**beacon**) che percorrono l'anello. Se i PC non ricevono il beacon dai vicini (**NAUN**) lo notificano al monitor, avviando una riconfigurazione automatica della rete
- Quando un PC vuole trasmettere, aspetta il token e ne prende il controllo



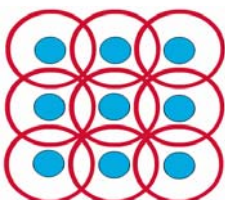
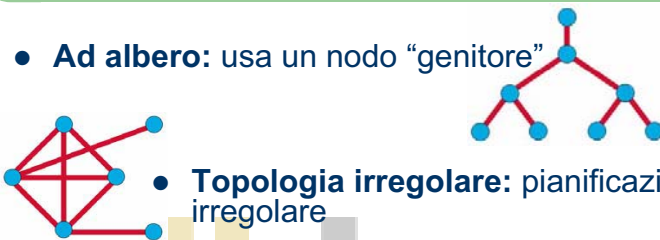
A free token is routed around the ring. As it passes around the ring, it polls devices on the network to see if they want to send data.



Terminologia

Topologie di rete: ad Albero

- **Ad albero:** usa un nodo "genitore"
 - **Topologia irregolare:** pianificazione del cablaggio carente ed irregolare
- **Topologia completa** (maglia): connette tutti i Nodi tra loro
 - Forte ridondanza
 - Utilizzata per connettere WAN a LAN o in casi critici (Governi)
 - Molto costosa e difficile da configurare



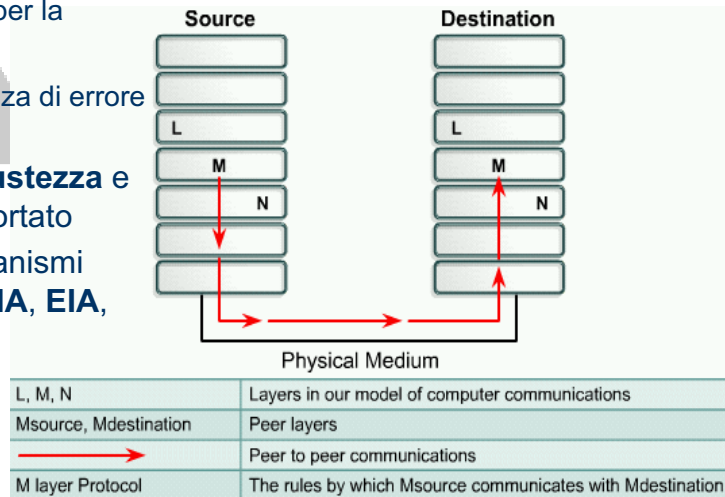
- **Topologia cellulare:** un'area geografica estesa viene coperta con apparati e tecnologie wireless. Non esiste collegamento fisico, solo onde elettromagnetiche



Terminologia

Protocolli di rete

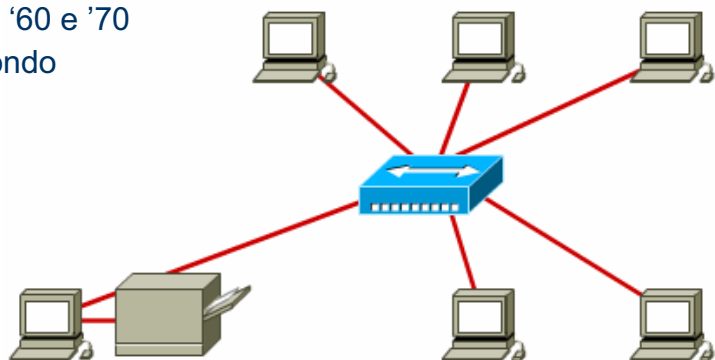
- Descrizione formale di un insieme di **regole e convenzioni** che governano un particolare aspetto su come comunicano i dispositivi all'interno di una rete.
- Determinano *format, timing, sequencing e controllo di errori* nella comunicazione
 - come è costruita la rete fisica
 - come i computer si connettono alla rete
 - come sono formattati i dati per la trasmissione
 - come sono inviati i dati
 - come comportarsi in presenza di errore
- Gestiscono il **formato, l'impacchettamento, la robustezza e l'intelligibilità** del dato trasportato
- Sono gestiti da numerosi organismi internazionali (**IEEE, ANSI, TIA, EIA, ITU or CCITT**)



Terminologia

Local Area Network (LAN)

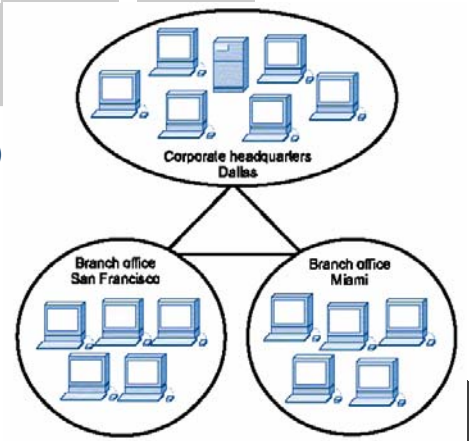
- Operano all'interno di un'area geograficamente *limitata*
- Forniscono *accesso multiplo* ad un molteplicità di utenti a mezzi trasmissivi ad *elevata* capacità
- Provvedono connettività *full-time* (a tempo pieno) ai servizi locali
- Connettono dispositivi *fisicamente* adiacenti
- Controllo di accesso al mezzo gestito *privatamente* sotto l'amministrazione locale
- Tecnologie esistenti : **Ethernet , Token Ring, FDDI**
- Ideate a cavallo tra gli anni '60 e '70
- Ad oggi le più diffuse al mondo



Terminologia

Wide Area Network (WAN)

- Rete che collega aree geografiche estese (anche intercontinentali)
- Ovvero: insieme interconnesso di LAN
- Tempi di propagazione più lunghi ed accesso ad interfacce seriali: velocità minori delle LAN
- Più costosa delle LAN, stese da compagnie pubbliche o di enti statali
- Connette dispositivi fisicamente remoti: sia singoli PC che intere LAN
- Connettività sia part-time che full-time
- Tecnologie:
 - Modem analogici
 - Integrated Services Digital Network (ISDN)
 - Serie T (US) e E (Europe) : T1, E1, T3, E3
 - Digital Subscriber Line (DSL)
 - Frame Relay
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM)
 - Synchronous Optical Network (SONET)



Terminologia

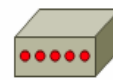
Wide Area Network (WAN)

- Per il collegamento si devono utilizzare periferiche particolari:
 - Modem: (Modulatore/Demodulatore) connette circuiti analogici
 - Channel o Data Service Unit (CSU/DSU): connette circuiti digitali
- Le trasmissioni sono seriali
 - **Circuit-Switched Network:** si usa lo stesso percorso fisico (Punto-Punto) per tutta la durata della connessione, in maniera esclusiva (Telefonata)
 - **Packet-Switched Network:** i dati vengono suddivisi in pacchetti ed instradati di volta in volta su percorsi diversi (Internet)
- Fisicamente i collegamenti sono:

- Punto-Punto
- Punto-Multipunto



Router



Modem CSU/DSU TA/NT1



Comm. Server

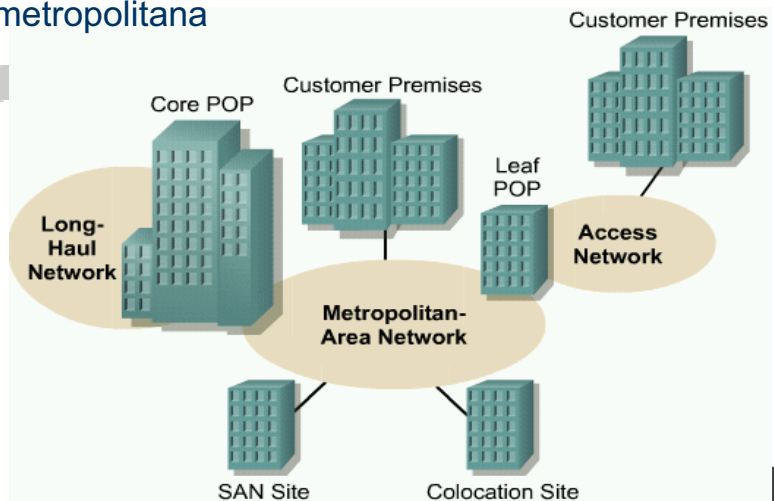


WAN Bandwidth Switch

Terminologia

Metropolitan Area Network (MAN)

- Due o più segmenti di LAN estesi all'interno di un'area geografica comune
- Esempio: rete costituita da una banca centrale e tutte le sue filiali all'interno di un'area metropolitana



Terminologia

Storage Area Network (SAN)

- Reti *dedicate* usate per spostare dati tra server e dispositivi di *storage* (immagazzinamento dati)
- essendo reti dedicate e “separate”, impediscono che il traffico vada in conflitto con quello tra client e server
- Non gestiscono interazioni di tipo client-server ma solamente server-to-storage, storage-to-storage oppure server-to-server.
- Alte prestazioni, affidabilità e scalabilità

